

# Construir relojes con LEGO® Technic

Por Oton Ribic (ribic.oton@gmail.com, www.kockice.hr)

A primera vista puede parecer casi imposible, pero construir un reloj funcional e incluso un calendario con piezas LEGO Technic no es demasiado complicado. Está perfectamente dentro de las posibilidades de la mayoría de constructores que disponen de algunos sets Technic y están dispuestos a comprar alguna que otra pieza adicional. Si estás interesado, en este artículo se darán algunas pistas útiles para convertirse en relojero con LEGO.

Los tres elementos críticos y más importantes de un reloj son el mecanismo de temporización que proporciona la rotación inicial, un mecanismo que convierte velocidades de rotación según sea necesario y el mecanismo de las agujas. Los vamos a repasar de uno en uno (de hecho, el mecanismo de las agujas se puede ignorar si estás dispuesto a construir un reloj con múltiples diales).

## Temporización inicial

El mecanismo de temporización inicial es de hecho el más complejo de implementar, ya que nuestro reloj (y de hecho generalmente cualquier reloj mecánico) depende de que proporcione una velocidad de rotación estable y precisa. Aunque la rotación no es ningún problema en sí, la estabilidad y precisión sí lo son. Aunque parezca que siempre giren a la misma velocidad, los motores Power Functions de LEGO tienen una fluctuación de velocidad muy marcada. No sólo porque no hay dos motores que sean idénticos en sus características debido a las tolerancias de fabricación, pero también la velocidad de cada motor individualmente es impredecible ya que su caja de engranajes interior con el tiempo se desgasta por la fricción. Además, esa fricción hace que los elementos eléctricos se calienten y la potencia de las pilas baja en poco tiempo.

Por lo tanto, hay que tener en cuenta que un reloj que depende de un motor estándar de LEGO probablemente no sea muy preciso por mucho tiempo ni constante en su avance. Sin embargo, si se usa con el fin de demostrar el principio, y un ajuste muy impreciso no es un problema (ej, si sus minutos duran entre 50 y 70 segundos, lo que se puede conseguir fácilmente) debería ser suficiente para proporcionar el efecto deseado en el público.

Sin embargo, incluso así hay una solución pura para un reloj perfectamente sincronizado y útil para contabilizar el tiempo real: Mindstorms™. Independientemente de la versión que empleas, es relativamente sencillo hacer que un motor gire un ángulo exacto cada tantos segundos. Es mucho más caro que improvisar con un motor estándar, pero es garantía de un reloj exacto.

Aunque algo caro, la única opción si quieres un reloj perfectamente sincronizado con LEGO es emplear alguna versión de MINDSTORMS.



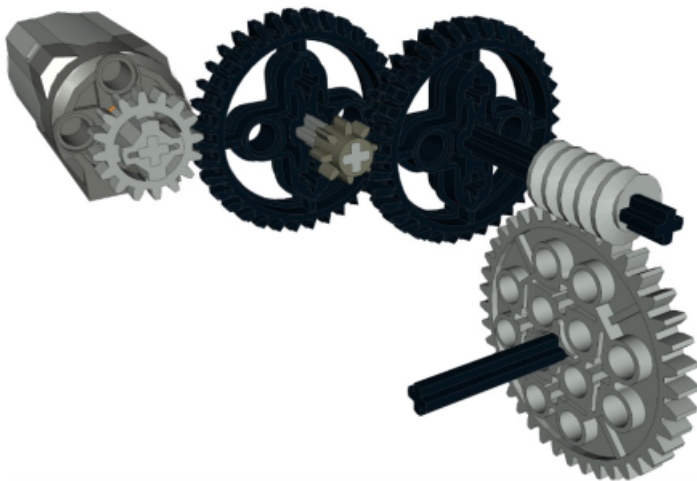
## A Desmultiplicar

El siguiente paso, por tanto, requiere convertir una velocidad de rotación conocida en la velocidad requerida para el reloj: la aguja que indica los segundos debe hacer una vuelta completa cada minuto, el de los minutos cada hora y el de las horas cada 12 horas. Por fortuna esto se puede conseguir fácilmente usando los engranajes típicos que vienen en los sets Technic. El mejor enfoque es usar la aguja que indica los segundos como referencia y desmultiplicar a medida que se requieran menos rotaciones.

Para reducir la velocidad de rotación 60 veces (la necesaria para convertir segundos en minutos) se requieren dos pares de engranajes. En uno la reducción es de un tercio, lo que se puede conseguir fácilmente con una de varias combinaciones de engranajes: 8T y 12T, 16T y 24T, o 24T y 36T. En el otro hace falta una reducción de 40 lo que se puede conseguir combinando un engranaje 40T con un engranaje sin-fin. Combinando estos dos pares (multiplicando por 40 y por 2/3) se obtiene una reducción de 60. La siguiente desmultiplicación para las horas es más sencilla: un engranaje sinfin puede combinar con uno de 12T o de 24T si prefieres un reloj de 24 horas.

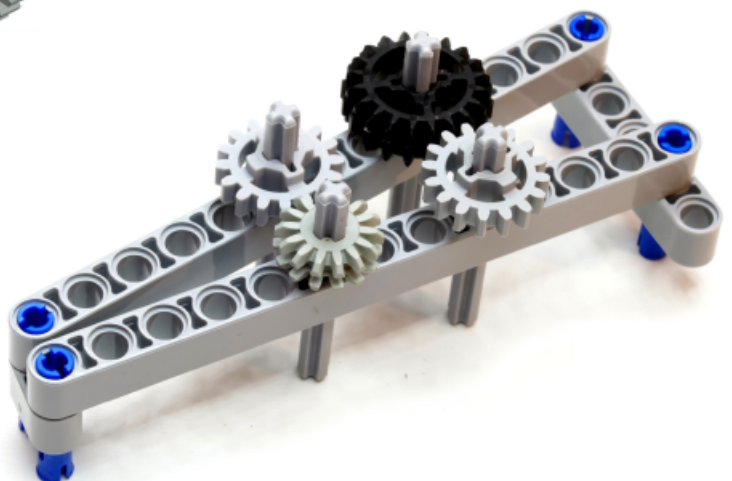
Si quieres ir un paso más allá y construir también un calendario es posible, aunque necesitarás engranajes menos comunes. Para convertir horas en días de la semana se requiere una reducción de 14 veces (o de 7 si partes de un reloj de 24 horas) Esto pide usar el más antiguo engranaje de 14T (no.4143), que se dejó de fabricar en 2002 pero aún se puede comprar fácilmente en BrickLink, y hacerlo combinar con un sinfin. Luego hay que dividir entre dos lo que se puede hacer de forma más sencilla usando una de las siguientes combinaciones: 8T-16T, o 12T-24T, o 20T-40T. Una reducción de 60 veces, necesaria para indicar el mes depende de engranajes que también hemos usado para convertir la velocidad de la segunda aguja a segundos.

Si estás familiarizado con los engranajes te habrás dado cuenta de que la mayoría de las combinaciones citadas no se pueden hacer de forma directa con distancias en studs, ya sea en ladrillos o vigas. Hay diferentes maneras de hacerlos engranar, pero se requiere algo más de ingenio. Tampoco hace falta crear combinaciones perfectas ya que las cargas a las que serán sometidas son muy pequeñas.



Un ejemplo de una reducción: usando un motor PF M, esta combinación de engranajes hace que el 40T final gire aproximadamente una vez por minuto - así sirve como segunda aguja del reloj.

Con estructuras triangulares y torcidas es posible engranar engranajes que de otro modo no combinan directamente en una misma viga.



Por supuesto, si usas un motor MINDSTORMS ajustado para girar una vez cada minuto hace falta una reducción adicional: del eje motriz hasta la segunda aguja que indica los segundos, 60 en cada vuelta. Como ya se ha comentado, tendrás que medir la velocidad específica del motor que empleas y desarrollar una caja de engranajes ajustada a las características del mismo, aunque la siguiente tabla que refleja las velocidades de rotación aproximadas de cada tipo de motor serán un buen punto de partida:

Tipo de motor	Velocidad típica	Combinación de engranajes que resulta en una vuelta por minuto
PF M	405 RPM	16T-36T > 8T-36T > Sinfin-40T
PF L	390 RPM	14T-16T > 12T-16T > Sinfin-16T > Sinfin-16T (reducción real 1:390.1)
PF XL	220 RPM	14T-12T > 8T-20T > 14T-36T > Sinfin-40T (reducción real 1:220.4)
2838	4100 RPM	Sinfin-16T > Sinfin-16T > Sinfin-16T (reducción real 1:4096)

Como puedes observar, harán falta cajas de engranajes bastante grandes, pero ¡merece la pena!

### Agujas coaxiales

La tercera fase del reloj es el mecanismo que permite que los mecanismos de las agujas de los segundos, minutos y horas giren sobre el mismo eje, como lo hacen la mayoría de relojes. Como no hay muchas opciones, la mayoría de relojes contruidos con LEGO usan la idea de un axle dentro de un anillo de driving rings que a su vez se incrusta dentro de un turntable, o algo muy similar. Esta manera de construir permite que cada aguja gire independientemente pero en el mismo eje central.

Ten en mente que el anillo exterior tiene 56 dientes, y si quieres mover el turntable desde ese anillo con un engranaje 8T, tendrás que implementar una reducción de 7/12 (12 horas x 56 dientes/ 8 dientes), lo cual se consigue combinando los engranajes 14T y 24T.

Es fácil fijar el eje al turntable, pero el driving ring interior puede ser algo más complicado. Lo mejor es usar un engranaje 16T (no. 6542) y dejar que haga girar un thin plate with toothed ends (no. 4262 o similar), o un axle connector antiguo (no. 4273).

El diseño exterior del reloj/calendario por supuesto es otra historia, y depende completamente de tu gusto personal. Como puedes observar hace falta mucha ingeniería y diligencia para crear un buen reloj de LEGO, pero por otro lado, es un mecanismo muy interesante de construir y fascinante de ver.

#



Combinando un turntable, un clutch gear y un axle es posible construir tres agujas coaxiales, controladas independientemente desde detrás.